

IMPLANTAÇÃO DE MÓDULO DOMÉSTICO DE AQUAPONIA

**Rogério Ferreira Nakauth¹; Ana Carolina Souza Sampaio-Nakauth²;
Arildomar Garcia Natividade³; Alessandro de Souza Guimarães⁴; Arlesson
Farias Ribeiro⁵.**

¹IFAM- Campus Parintins
(rogerio.nakauth@ifam.edu.br)

²IFAM- Campus Parintins
(ana.nakauth@ifam.edu.br)

RESUMO

Este artigo propôs implantação de um módulo aquapônico no município de Parintins, onde não há registros de iniciativas de produção baseadas nesta metodologia. O modelo de produção foi doméstico, adaptável às necessidades familiares. Do ponto de vista pedagógico, facilitou a aprendizagem técnica acerca das interações físicas e biológicas ocorridas no interior do sistema. O módulo foi produzido a partir de materiais reutilizados, sendo composto por um ambiente de criação de organismos aquáticos, um ambiente para cultivo de vegetais, um conjunto de filtros, bomba e sistema de aeração. O artigo apresenta o método de produção de coentro e cebolinha, irrigadas a partir da drenagem contínua de ambiente de criação de peixes. A produção de hortaliças integradas ao sistema de aquaponia, com cultivo de tambaqui, consiste em uma técnica com grande potencial produtivo. A experiência resultou no conhecimento de técnicas inerentes ao processo de produção integrada. Contudo, faz-se necessário desenvolver projetos complementares nesta área para melhor domínio do sistema.

Palavras chave: tambaqui, hortaliças, cultivo integrado.

ABSTRACT

This article proposes the implementation of an aquatic module in the municipality of Parintins, where there are not records of this system. The production model was domestic, adaptable to family demand. From the pedagogical point of view, facilitated the technical knowledge about physical and biological interactions

1 Docente-Curso Técnico Recursos Pesqueiros, Engenheiro de Pesca, Mestre em Educação do Campo, IFAM-Campus Parintins

2 TAE, Engenheira de Pesca, Mestre em Aquicultura, IFAM- Campus Parintins

3 Discente do Curso Técnico em Recursos Pesqueiros, IFAM-Campus Parintins

4 Discente do Curso Técnico em Recursos Pesqueiros, IFAM-Campus Parintins

5 Discente do Curso Técnico em Recursos Pesqueiros, IFAM-Campus Parintins

linked within the system. The module was produced using reused materials, made up of nursery of aquatic animals, a vegetable patch, a filter set, pump and aeration system. This article presents the methodology of production of coriander and chives, irrigated from the continuous drainage of fish farming environment. The production of vegetables integrated to the aquaponics system with tambaqui cultivation, consists of a technique with great productive potential. The experience resulted in knowledge about integrated production process. However, it is necessary develop additional projects on this area for better control of the system.

Keywords: tambaqui, vegetables, integrated culture.

INTRODUÇÃO

Mesmo em locais com abundância em água, a escassez hídrica tem sido um problema comum. Associado ao cenário global de aquecimento e uso desregrado dos recursos naturais, técnicas sustentáveis de produção de alimentos e otimização de recursos não renováveis são cada vez mais necessárias. A aquaponia é a junção de técnicas de cultivo integrado de vegetais e organismos aquáticos, que objetiva a produção de vegetais, que podem ser destinados à alimentação ou medicina alternativa, associado ao cultivo de organismos aquáticos, com mais frequência, peixes, que podem ser destinados ao consumo ou ornamentação (CARNEIRO et al.2015).

A sustentabilidade deste sistema está relacionada à reduzida demanda de renovação de água, que pode chegar a economia de até 90% em relação aos métodos tradicionais de produção, ao equilíbrio ecológico decorrente da interação entre peixes, bactérias e vegetais. Sistemas aquapônicos são utilizados desde a civilização asteca, por meio da construção dos *chinampas*, jangadas flutuantes cobertas com solo retirado do fundo dos lagos, nas quais eram plantadas hortaliças e legumes. Quando as plantas cresciam, as raízes agora expostas absorviam os nutrientes derivados dos organismos aquáticos existentes nos lagos (JONES, 2002; CANASTRA, 2017).

Este projeto propôs a implantação de um módulo aquapônico, em um modelo de produção doméstica, que seja adaptável às necessidades familiares e que permita do ponto de vista pedagógico, facilitar a aprendizagem técnica acerca das interações físicas e biológicas ocorridas no interior do sistema. Existem muitas iniciativas de utilização destes sistemas, contudo há pouca difusão. Por essa razão, a apresentação de técnicas de instalação e manejo do sistema são de grande valia para conhecimento e domínio metodológico.

Os materiais que compõem o sistema podem ser reutilizados e adquiridos com baixo custo no mercado local, viabilizando assim a implementação em escala

doméstica. O espaço a ser utilizado também é variável, podendo aproveitar áreas domésticas improdutivas, como varandas, quintais calçados, corredores e etc. Segundo Carneiro et al (2015), o manejo dos organismos vivos envolvidos não requer conhecimento técnico aprofundado, mas exige o respeito a alguns princípios biológicos relacionados à entrada de insumos no manejo alimentar dos peixes, fluxo e fornecimento de nutrientes para as bactérias nitrificantes e dinâmica de crescimento e exigências nutricionais dos vegetais associados.

O objetivo deste trabalho foi implantar um módulo doméstico de aquaponia, com produção de tambaqui e hortaliças, utilizando a experiência para aprimorar a compreensão da dinâmica de funcionamento e interação das comunidades que o compõem.

MATERIAIS E MÉTODOS

O módulo doméstico de aquaponia foi instalado nas dependências do IFAM/ Campus Parintins, e esteve composto por cinco partes, sendo: (1) um ambiente de criação de organismo aquáticos, (2) um ambiente para cultivo de vegetais, (3) filtro de sólidos em suspensão, (4) filtro de sólido em decantáveis e (5) um sistema de aeração. Para construção do sistema utilizar-se-á prioritariamente materiais reutilizáveis. A descrição de cada ambiente é apresentada a seguir:

1. Ambiente de criação de organismo aquático: consistiu em uma caixa de água circular, plástica, com volume de 1000 litros. A caixa contou com tubulação de drenagem e abastecimento e esteve conectada à cama de cultivo de vegetais por meio do fluxo de bombeamento da água. Os peixes utilizados foram juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*), adquiridos por doação da Secretaria Especial de Pesca e Aquicultura, com peso inicial $3,75 \pm 1,75g$, estocados na densidade de 0,025 peixes/litro, totalizando 25 indivíduos na caixa. O manejo alimentar foi feito com ração comercial 36% de proteína bruta, ofertado ao longo dos três meses de cultivo nas taxas 10% (1º mês) e 5% (2º e 3º meses) da biomassa, 01 vez ao dia. Os peixes foram mantidos no sistema de produção integrada por 04 meses (julho a outubro) e, mensalmente foram tomadas medidas biométricas para reavaliação do crescimento e ajuste do alimento ofertado. Neste ambiente foi colocado um balde de 20 litros, perfurado com aberturas circulares de 1cm de diâmetro, onde foi instalada a bomba submersa com vazão de 1.950 litros/hora (110 V).

2. Ambiente de vegetais: também chamado como cama de cultivo de vegetais, foi composto por um isopor retangular com volume útil de 62 litros, área $0,315m^2$, preenchido com substrato composto por dupla camada de brita e caco de telhas/tijolos, com altura mínima de 20 cm. O substrato foi utilizado para fixação bacteriana e radicular dos vegetais utilizados. Para cama de cultivo foram transplantados bulbos de cebolinha (*Allium aschoenoprasum*) e mudas de coentro (*Coriandrum sa-*

tivum). As mudas foram produzidas em sementeira externa, com solo e transplantadas para a cama de cultivo. A cebolinha foi produzida a partir do bulbo, obtido em exemplares comerciais. A colheita das hortaliças foi realizada quando atingido o porte comercial.

3. Filtro de sólidos em suspensão: O filtro consistiu em um balde plástico, com volume útil de 150 litros, com adaptações de tubo PVC para uma entrada e três saídas de água. A entrada corresponde à água oriunda do ambiente de criação de organismos aquáticos, instalada em posição tangente às paredes do recipiente, de modo a promover circulação da água e decantação dos sólidos. As saídas correspondem: a) drenagem inferior (no fundo do balde) que direcionava parte do material particulado decantado para o Filtro de sólidos decantáveis; b) abastecimento da cama de cultivo (água que entrava inundava periodicamente a cama de cultivo onde estavam os vegetais) e c) retorno do volume excedente de água ao ambiente de criação (uma vez que a vazão da bomba era superior à capacidade de drenagem da cama de cultivo). No fundo do filtro de sólidos em suspensão, por dentro, foram presas sob pedaços de tijolos, telas de nylon tipo mosqueteiro, dobradas em formato cônico, para retenção das partículas de sedimentos decantáveis.

4. Filtro de sólidos decantáveis: O filtro foi composto por um balde plástico de 20 litros, acoplado na saída do filtro de sólidos em suspensão. Este era removido para retirada do sedimento acumulado.

5. Sistema de aeração: Consistiu em uma bomba aeradora, de 110 v, com duas saídas, onde foram instaladas mangueiras de silicone com divisores de ar e pedras porosas circulares, responsáveis pela difusão de ar dentro do sistema de cultivo de organismos aquáticos e no filtro de sólidos suspensos.

FIGURA 01



Figura 01: a- Ambiente de criação de organismos aquáticos; b- Filtro de sólidos em suspensão; c- Equipamento multiparâmetro para verificação de qualidade de água; d- Cama de cultivo com dreno via sifão sino; e- Vista geral do sistema de aquaponia. Fonte: próprio autor, 2018.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dinâmica e funcionamento do sistema

Um dos aspectos mais importantes a serem considerados em camas de cultivo convencionais é a dinâmica de inundação e drenagem. As raízes das plantas precisam estar em contato com água para absorver os nutrientes, pois é através dela que eles são difundidos, contudo, a drenagem é fundamental para que ocorra a respiração das mesmas. Esta oscilação é obtida por meio da instalação de um sifão (RIGO e PEREIRA, 2017).

Sifões são estruturas que possibilitam transportar líquidos entre recipientes instalados em diferentes alturas, passando de um ponto mais alto para outro mais baixo. Os sifões mais comumente utilizados em aquaponia são sifão sino e sifão cálice. Existem muitos materiais didáticos para orientar a construção dos sifões. Neste trabalho utilizamos o sifão sino construído com tubulação em PVC, conforme

figura 02 abaixo:

FIGURA 02

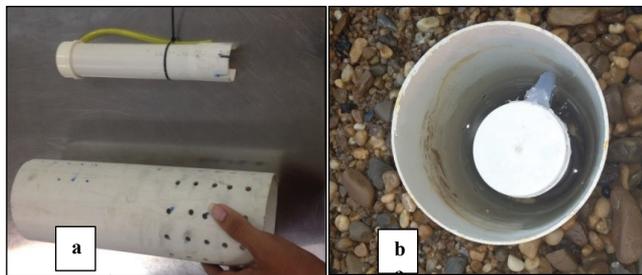


Figura 02: Vista lateral (a) e superior (b) do sifão sino construído com PVC.
Fonte: próprio autor, 2018.

Além da respiração e nutrição vegetal, na cama de cultivo ocorre a transformação da amônia excretada pelos peixes em nitrato absorvido pelas plantas. Essa transformação só é viabilizada a partir da ação de bactérias nitrificantes, Nitrosomonas e Nitrobacter, que se desenvolvem no substrato, a partir da presença de amônia no sistema, por meio das reações:

Nitrosomonas: que oxidam amônio a nitrito: $\text{NH}_4^+ + 1\frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$

Nitrobacter: que oxidam nitrito a nitrato: $\text{NO}_2^- + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^-$

A amônia é um composto altamente solúvel e extremamente tóxico, difundido passivamente através das brânquias dos peixes. Seu acúmulo nos ambientes de cultivo dos peixes resulta em diminuição do crescimento, menor tolerância a doenças, irritação e inflamação das brânquias, e em último caso, morte. Os valores recomendados em cultivo de tambaqui devem ser de até 0,6mg/L (KUBTZA, 2017). Na aquaponia, a ação das bactérias possibilita a utilização da mesma água no sistema, já que a amônia é continuamente convertida a nitrato que por sua vez é absorvido pelas hortaliças. O processo de conversão de amônia ocorre em duas etapas, primeiro as plantas e as bactérias devem realizar o processo de filtração da amônia, proveniente dos dejetos dos peixes, segundo que por meio de processos biológicos naturais será convertida em nitrito e logo após em nitrato (EMBRAPA, 2015).

Produção de hortaliças

A área destinada à produção de hortaliças correspondeu a 0,3m², irrigados a partir da drenagem contínua de ambiente de criação de peixes, contendo este biomassa inicial de 99g e biomassa final 620g, após 88 dias de cultivo. Os peixes receberam média diária de 20g de ração, o que dava suporte, em termos

de disponibilidade de nutrientes, para produção de hortaliças folhosas na área trabalhada.

No início do cultivo de cebolinha, a área de instalação do projeto estava parcialmente sombreada, o que pode ter resultado no estiolamento das mudas, causando aspecto fino e com poucas folhagens, que desenvolveram-se em comprimento, atingindo em média 27,22cm, mas não desenvolveram em termos de número e volume de folhas, ocorrendo também plantas com a extremidade das folhas amareladas. Estas características sugerem que tenha ocorrido estiolamento das plantas, por falta de luminosidade adequada, que segundo Soares et al (2010), pode resultar também em alongamento e coloração amarela ou branca em razão da ausência de clorofila.

Coentro

O coentro possui fase de germinação com duração de 5 a 7 dias, e 40 dias após essa etapa, atinge o máximo de seu desenvolvimento vegetativo, quando é realizado o corte das folhas (MAKISHIMA *et al* (2010). Neste trabalho, as mudas foram transplantadas após 05 dias de semeadura e o coentro foi colhido 27 dias após o transplante, totalizando o ciclo de produção em 32 dias. Este período é inferior ao registrado para cultivo de coentro em campo aberto, por Marsaro et al (2014), que realizou colheita 50 dias após a semeadura.

Na última semana de produção, foi registrado o ataque de iguanas às hortaliças cultivadas, em especial, ao coentro. Este episódio pode ter contribuído para a redução da biomassa produzida, já que parte das folhagens foram ingeridas pelo réptil. Não fosse o ocorrido, a biomassa apresentada provavelmente seria superior, dada a adaptação desta hortaliça ao sistema.

A maior produtividade do coentro e o encurtamento do ciclo de produção podem estar relacionados à menor exigência desta hortaliça em relação a nutrientes e solo, desenvolvendo-se bem em solos férteis, bem drenados e com boa exposição à luz, tais como na aquaponia (CARDOSO et al, 2000; OLIVEIRA et al. 2003).

Tabela 01: Produção de hortaliças Cebolinha (*Allium aschoenoprasum*) e Coentro (*Coriandrum sativum*) em sistema de produção integrado ao cultivo de tabaqui

Hortaliças	Forma de Plantio	Duração	Peso Médio Final Individual (G)	Número de Plantas	Biomassa (G)	Produtividade (Kg)/(M ²)
Cebolinha	Bulbo (10 cm)	30 dias	12,62	18	227,16	0,64
Coentro	Muda (5 cm)	27 dias	14,21	18	270	0,85

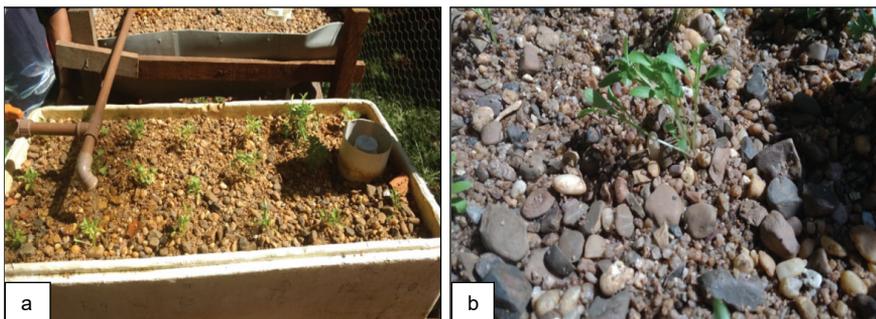


Figura 03: a- Cama de cultivo com mudas de coentro após transplante; b- Detalhe de muda de coentro fixada ao substrato. Fonte: próprio autor, 2018.

Produção de peixes

Os peixes ganharam em média 34g durante o período de cultivo em aquaponia, passando de $3,97 \pm 1,75g$ para $37,86 \pm 8,16g$. O crescimento foi bem inferior ao registrado para sistemas de cultivo convencionais intensivos em períodos semelhantes (Silva e Fujimoto, 2015). A taxa de sobrevivência observada foi de 96%, com mortalidade de 01 indivíduo ao longo do período (Tabela 01).

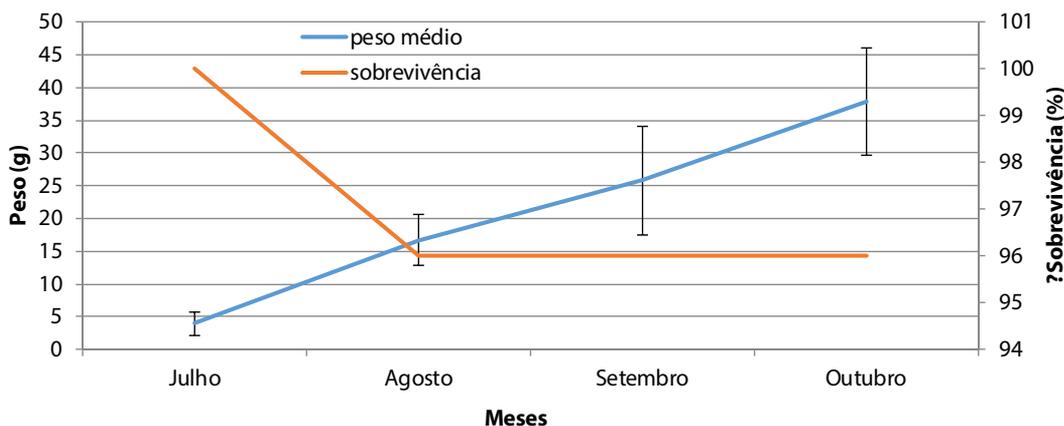


Figura 04: Crescimento em peso (g) e sobrevivência dos peixes cultivados em aquaponia. Fonte: próprio autor, 2018.

A conversão alimentar observada no período de cultivo está descrita na Tabela 03. A conversão alimentar para todo o período (04 meses) foi de 1,8, ou seja, para cada quilograma de peixe produzido, foram necessários 1,8 kg de ração. A pior conversão alimentar foi observada no 2º período (agosto a setembro), 1,99, e o melhor resultado, no 1º período (julho a agosto), 1,0. Os valores de conversão alimentar observados no 1º e 3º períodos de cultivo dos peixes, encontram-se

dentro do recomendado para tambaqui, que fica em torno de 1,5 (SANT'ANA DE FARIA et al., 2013). No entanto, a conversão registrada para o 2º período é superior ao recomendado, resultando em maior desperdício de ração e menor crescimento.

O uso de tambaqui em sistemas de aquaponia ainda está em fase experimental (CARNEIRO et al, 2015). Ainda são necessários estudos adicionais quanto à adaptação e manejo do sistema de produção que permitam compreender o aproveitamento dos recursos energéticos disponibilizados dentro do ambiente de cultivo. A oferta regular de ração associada à prática de não renovação de água, promove o desenvolvimento de biofilme associado a organismos planctônicos (zooplâncton, insetos e larvas de insetos) que podem ter participado na complementação da dieta, resultando em ineficiente aproveitamento da ração.

O horário de alimentação dos peixes foi alterado no final do segundo mês (agosto) passando do turno da manhã para o turno da tarde, em função da necessidade de redução de custos com logística para deslocamento diário da equipe ao local de instalação do módulo produtivo. Ao invés das primeiras horas da manhã, a ração passou a ser administrada no final da tarde, quando a temperatura estava mais amena.

Durante os meses de agosto e setembro foram registradas ocorrências relacionadas ao desligamento equivocado (por terceiros), do fluxo de água, ocasionando sobrecarga da bomba e estouro do filtro de decantação. Tal evento resultou na necessidade de substituição do filtro, desligamento do sistema de fluxo de água, interrompendo a dinâmica do sistema aquaponia por dois dias.

Outro evento ocorrido foi o ataque das hortaliças por répteis, a saber, iguana e cobras, resultando em prejuízo na produção do lote de coentro e estresse na piscicultura, uma vez que, em decorrência dos episódios citados, foi necessário realizar a transferência do módulo produtivo outra localidade. Consequentemente, a transferência requereu esgotamento de toda água, retirada e transporte dos peixes, reabastecimento com água de fonte diversa, contribuindo para o estresse e menor aproveitamento do alimento.

Em relação aos parâmetros de qualidade de água, pH ($6,52 \pm 0,16$) e temperatura ($28,19 \pm 0,12^\circ\text{C}$) mantiveram-se dentro dos valores adequados para cultivo de tambaqui (CORREA et al, 2018). Oxigênio e amônia não foram monitorados.

Tabela 02: Parâmetros zootécnicos dos peixes cultivados em aquaponia

Parâmetros	Períodos avaliados		
	julho a agosto	agosto a setembro	setembro a outubro
peso inicial (g)	3,95	16,67	25,83
peso final (g)	16,67	25,83	37,86

taxa de alimentação	10%	5%	5%
taxa de sobrevivência	96%	96%	96%
conversão alimentar	1: 1,00	1: 1,99	1: 1,26
números de dias	30	35	23
Biomassa (g)	99	400	946,5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de hortaliças integradas ao sistema de aquaponia, com cultivo de tambaqui, consiste em uma técnica com grande potencial produtivo, principalmente no que se refere à produção de coentro. Deve ser avaliada a associação a outras hortaliças com potencial, bem como testar os nutrientes comerciais que precisam ser adicionados ao sistema para otimizar a produção. Trabalhos futuros devem monitorar os índices de amônia afim de identificar a adequada biomassa vegetal para conversão do nitrogênio excretado.

O curto ciclo de produção dos vegetais (cerca de 30 dias) amplia a possibilidade de produção frente ao extenso período necessário para atingir o tamanho de abate do tambaqui. Faz-se necessário otimizar o manejo alimentar dos peixes para que o desempenho zootécnico se aproxime dos índices convencionais em viveiros escavados. Há muitas perspectivas de continuidade de trabalhos com aquaponia visando aprofundar o conhecimento e aprimorar a técnica.

REFERÊNCIAS

CANASTRA, I. I. de O. **Aquaponia: Construção de um sistema de aquaponia a uma escala modelo e elaboração de um manual didático**. Dissertação. Faculdade de Ciências- Universidade do Porto.2017.

CARDOSO, M. O. **Hortaliças não-convencionais da Amazônia. Manual**- EMBRAPA Ocidental – Ministério da Agricultura e Planejamento, 1997.

CARNEIRO, P. C. F. et al. **Circular Técnica 72: Montagem e Operação de um Sistema Familiar de Aquaponia para produção de peixes e hortaliças**. Embrapa, Edição disponível Online.2015.

CARNEIRO, P.C.F.et al. **Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais**. Macapá, 2015.683–706p.v 2.

CORREA, R. de O.; SOUSA, A. R. B.; JUNIOR, H. M. Criação de tambaquis. Embrapa

Amazônia Oriental, 1ª edição, 2018.

HERBERT, S. et al., Aquaponics in Australia -**The integrations of aquaculture and Hydroponics**. Mudge, Australia, 2008, 28p.

HEREDIA ZÁRATE, N.A. et al. Produção e renda bruta de cebolinha e de coentro, em cultivo solteiro e consorciado. **Semina. Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 26, n.2, p. 141-146, 2005.

JONES, S. Evolution of Aquaponics. Aquaponics **Journal**, Volume VI, N.01, 1st quarter 2002.

MAKISHIMA, N. et al. **Cartilha do Projeto Horta Solidária**: Cultivo de Hortaliças, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Hortaliças e Meio Ambiente, (2010).

MARSARO, R. et al. Produção de cultivares de coentro em diferentes telados e campo aberto. **Revista Cultivando o saber**, Volume 7, n°4, p. 362 - 373, 2014.

OLIVEIRA, S. D. de. **Sistema de Aquaponia**. Relatório de Projeto orientado, Curso de Bacharelado em Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, 2016.

RIGO, C. D.; PEREIRA, A. A. A. **Avaliação de desempenho entre substrato e um sistema de aquaponia com tilápias (*Oreochromis niloticus*) para o cultivo de alface (*Lactuca sativa*) e chicória (*Cichorium intybus*)**. Trabalho de Conclusão de Curso, Agroonomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

SANT´ANA DE FARIA, R. H. et al. **Manual de criação de peixes em viveiro**. Brasília: CODEVASF, 2013. 136p.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cheiro Verde: Saiba como cultivar hortaliças para semear bons negócios**. Série Agricultura familiar. Coleção Passo a passo. 2011.

SOARES, J. D. R.; RODRIGUES, M. P. F.A.; ARAÚJO, A. G. Estiolamento e luz artificial no cultivo in vitro de orquídeas nativa e híbrida. **Rev. Ciência Rural**, Santa Maria-RS, Online. 2010.